



SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT PADA SALURAN PERNAFASAN DAN PARU MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR

¹Yossi Octavina, ²Abdul Fadlil (0510076701)

¹Program Studi Teknik Informatika

²Program Studi Teknik Elektro

Universitas Ahmad Dahlan

Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

²Email: fadlil3@yahoo.com

ABSTRAK

Masyarakat tidak menduga bahwa gejala penyakit pernafasan seperti sesak nafas, batuk, tenggorokan gatal dapat menimbulkan penyakit yang lebih serius, hal ini juga banyak dipengaruhi oleh keengganan masyarakat untuk melakukan konsultasi ke dokter. Kelambanan yang dirasakan banyak mahasiswa kedokteran saat melakukan kepaniteraan untuk melakukan identifikasi terhadap penyakit dan jangkauan klinik dokter spesialis pernafasan dan paru yang jauh serta dikarenakan masyarakat ekonomi ke bawah yang enggan untuk berkonsultasi karena biaya yang relatif mahal merupakan salah satu faktor utama mengapa perlu diciptakan sebuah sistem yang dapat mencegah lebih dini sehingga membantu dalam menanggulangi penyakit pada saluran pernafasan dan paru lebih awal.

Subjek dalam penelitian ini adalah sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada saluran pernafasan dan paru. Langkah pengembangan sistem diawali dengan analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem antara lain dengan membangun basis pengetahuan, membuat tabel keputusan, tabel aturan, pelacakan kesimpulan, perancangan alir data, Entity Relational Diagram yang kemudian membuat implementasi dan pengujian sistem dengan black box test dan alfa test Hasil pejuukkan bahwa aplikasi layak dan dapat digunakan.

Kata kunci : Sistem Pakar, Penyakit Pernafasan dan Paru, Certainty Factor

1. PENDAHULUAN

Kehidupan sehari-hari masyarakat tidak menduga bahwa gejala penyakit pernafasan seperti sesak napas, batuk, tenggorokan gatal, bisa juga akan menimbulkan penyakit yang lebih serius, hal ini juga banyak dipengaruhi oleh keengganan masyarakat untuk melakukan konsultasi ke dokter. Pendidikan dokter masa kini akan melahirkan dokter masa depan yang lingkungan kerjanya tidak akan lepas dari aplikasi teknologi informasi. Kelambanan yang dirasakan banyak mahasiswa kedokteran saat melakukan kepaniteraan untuk melakukan identifikasi dan diagnosa serta menentukan tindakan medis yang tepat terhadap penyakit, lebih

khusus untuk penyakit saluran pernafasan sering dipandang sebagai halangan yang memberatkan.

Penyakit paru dan saluran napas merupakan penyakit yang tingkat terjadinya cukup luas dan dapat menyerang siapa saja tanpa memandang usia dan suku bangsa. Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menjumpai penyakit seperti asma, bronkitis, TBC, batuk serta demam dalam masyarakat. Sekalipun ada beberapa penyakit paru dan saluran napas yang tidak membahayakan jiwa, namun tetap tidak boleh di anggap sepele, mengingat berbagai komplikasi yang dapat di timbulkan. Paru merupakan organ vital bagi tubuh, sehingga kesehatan paru sangatlah penting untuk dijaga. Mengingat fungsi dari paru sebagai pusat alat pernafasan manusia. Lingkungan yang kotor, polusi udara yang kian bertambah berat serta pola hidup tidak sehat menyebabkan penyakit paru. Sekecil apapun terserang penyakit paru selain berbahaya juga sangat mengganggu aktivitas sehari-hari, maka dari itu lebih baik mencegah dari pada mengobati. Ada beberapa hal yang dapat menjadi penyebab penyakit pada saluran pernafasan dan paru, misalnya zat yang berasal dari lingkungan sekitar, seperti polusi udara, bakteri, virus, dan lain sebagainya.

Manifestasi klinis penyakit paru beberapa riwayat penyakit, pemeriksaan radiologis dan tes faal paru merupakan data yang sangat penting untuk menegaskan diagnosis penyakit paru. Pada beberapa penyakit yang mengenai paru, ada beberapa keluhan-keluhan yang sering ditemukan. Keluhan-keluhan itu adalah batuk, dahak (sputum), sesak napas, batuk darah, sweezing (mengi), nyeri dada. Adapun beberapa jenis penyakit paru antara lain: *Tuberculosis Paru, Bronkhiektasis, Bronchitis Kronik, Asma Bronkhiale, Pneumonia, dan efusi Pleura*. Sedangkan penderita asma beresiko mengalami terjadi reaksi anafilaksis akibat alergi makanan fatal yang dapat mengancam jiwa.

Asma juga dapat terjadi pada siapa saja dan dapat timbul segala usia. Meskipun demikian, umumnya asma lebih sering terjadi pada anak-anak usia dibawah 5 tahun dan orang dewasa pada usia sekitar 30 tahunan.

Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut penulis mencoba membuat program sistem pakar yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah-masalah penyakit saluran pernafasan bagian bawah dan paru khususnya yang sering muncul dan di alami oleh manusia. Kemampuan sistem dalam mendiagnosa suatu gejala tidak 100% sama dengan diagnosa seorang dokter, masih banyak hal yang tidak pasti atau tidak konsisten sehingga dapat menyebabkan kemungkinan kesalahan dalam diagnosa. Ketidak konsistenan ini dapat menyebabkan keraguan hasil diagnosa sistem dan dapat menimbulkan sebuah pertanyaan tentang besarnya prosentase kepastian hasil diagnosa tersebut. Perhitungan ketidakpastian diperlukan dalam sistem pakar untuk dapat meyakinkan pasien (pengguna sistem) akan hasil diagnosa yang dihasilkan sehingga sistem pakar yang dibuat benar-benar seperti layaknya diagnosa seorang dokter sebagai pakar dalam bidang tersebut. Oleh karena itu dibangun suatu sistem pakar yang dapat membantu intelektual kesehatan, mahasiswa kedokteran maupun pakar untuk mendiagnosa penyakit pada saluran pernafasan dan paru menggunakan metode *certainty factor* (CF).

2. KAJIAN PUSTAKA

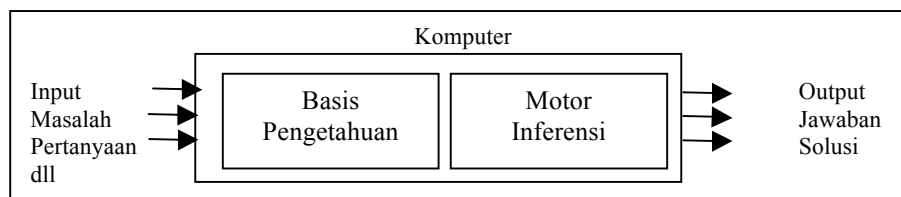
Penelitian yang berjudul *Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Saluran Pernapasan* [5], membahas bagaimana menjelaskan permasalahan yang dihadapi oleh penderita tentang penyakit, gejala dan pengobatan penyakit pada saluran pernafasan. Sistem pakar tersebut menggunakan metode pelacakan backward chaining (pelacakan terbelakang) dengan teknik penelusuran menggunakan dept first search yang belum dilengkapi hasil diagnosa yang diperoleh sehingga dapat menimbulkan banyak hal yang tidak pasti atau konsisten. Kajian pustaka dengan penelitian yang berjudul *Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Jantung Dengan Metode Certainty Factor* [2], membahas tentang bagaimana mendiganosa penyakit jantung atau menentukan obat bagi penderita jantung berdasarkan data inputan berupa gejala yang diderita pasien dan menampilkan penyebab penyakit jantung.

2.1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan berasal dari kata *Artificial Intelligence* yang mengandung arti tiruan atau kecerdasan. Secara harfiah *Artificial Intelligence* adalah kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan adalah salah satu bidang dalam ilmu komputer yang membuat komputer agar dapat bertindak dan sebaik seperti manusia (menirukan kerja otak manusia) [3].

Pada aplikasi kecerdasan buatan ada 2 bagian utama yang sangat dibutuhkan yaitu :

- Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), berisi fakta-fakta, teori pemikiran dan hubungan antara satu dengan yang lainnya.
- Motor Inferensi (*Inference Engine*) yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman. Konsep kecerdasan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



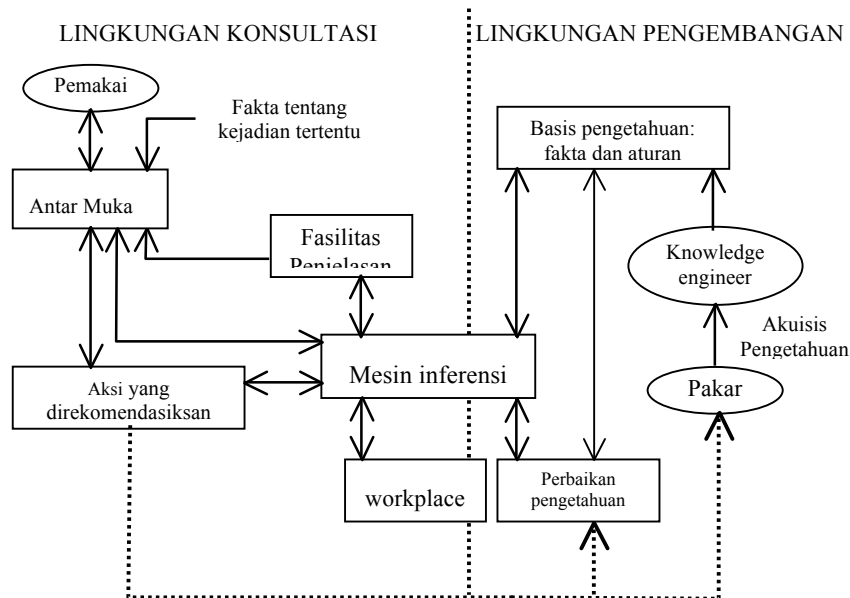
Gambar 1. Konsep Kecerdasan Buatan

2.2. Sistem Pakar

Secara umum, sistem pakar (expert system) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli [3]. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

2.2.1. Struktur Sistem Pakar

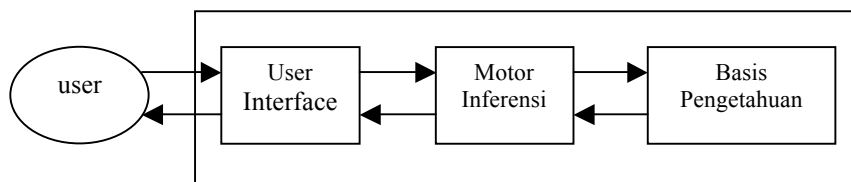
Struktur Sistem pakar memiliki 2 bagian utama antara lain lingkungan pengembangan (development environment) yaitu bagian yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar dan lingkungan konsultasi (consultation environment), yaitu bagian yang digunakan oleh pengguna yang akan pakar untuk memperoleh pengetahuan. Struktur sistem pakar dalam dua bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut [3]:



Gambar 2. Struktur Sistem Pakar

2.2.2. Komponen Sistem Pakar

Sistem pakar pada umumnya mempunyai tiga elemen, yaitu : basis pengetahuan (*Knowledge Base*), Mesin Inferensi (*Inference Engine*), dan Antarmuka Pemakai (*User Interface*). Dengan blok umum hubungan dari ketiga komponen sistem pakar tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :[3]



Gambar 3. Diagram Blok umum Sistem Pakar

Dari gambar diatas, Sistem Pakar terdiri dari 3 komponen utama, yaitu: basis pengetahuan (*knowledge bases*), *motor inferensi* dan *interface*.

a. Representasi Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Representasi pengetahuan adalah metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis

pengetahuan. Representasi pengetahuan dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting problema dan membuat informasi tersebut dapat diakses oleh prosedur pemecahan masalah [9].

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

Ada beberapa metode runtuk mempresentasikan pengetahuan kedalam basis pengetahuan, yaitu :[3]

1) Logika (Logic)

Merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran.

2) Jaringan Semantik (semantic nets)

Jaringan sematik adalah objek yang paling awal dipakai dalam mempesentasikan pengetahuan. Metode ini didasarkan pada struktur jaringan dan biasa digambarkan dengan grafik hubungan. Jaringan sematik terdiri dari lingkaran-lingkaran yang menunjukkan objek dan informasi tentang objek-objek tersebut. Objek ini bisa berupa benda atau peristiwa. Antara dua objek dihubungkan oleh *arc* yang menunjukkan hubungan antar objek.

3) Kaidah produksi.

Kaidah produksi biasanya dalam bentuk jika-maka (*IF-THEN*). Kaidah ini dapat dikatakan sebagai hubungan implikasi dua bagian, yaitu bagian premis (jika) dan bagian konklusi (maka) dengan format kaidah *IF-THEN*.

4) Pohon Pelacakan

merupakan struktur penggambaran secara hierarkis. Struktur pohon terdiri atas *node-node* yang menunjukkan objek dan *arc* (busur) yang menunjukkan hubungan antar objek. Untuk menghindari kemungkinan adanya proses pelacakan suatu node secara berulang, maka digunakan struktur pohon.

b. Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna adalah perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antara pengguna dengan sistem. *User Interface* merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu, antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

c. Mesin Inferensi (motor inferensi)

Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam *workplace* dan untuk memformulasikan kesimpulan (Turban, 1995).

Sedangkan untuk pelacakan data terdapat 2 cara yang dapat digunakan untuk mempersentasikan yaitu:

1) *Forward chaining.*

Adalah pencocokan data atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (*IF* dulu). Dengan kata lain penalaran lain dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesa.

2) *Backward chaining.*

Adalah pencocokan fakta atau pernyataan yang dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN* dulu). Dengan kata lain penalaran dimulai dari hipotesa terlebih dahulu. Dan untuk menguji hipotesa tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

Komponen lain yang merupakan dari struktur dari sistem pakar antara lain :

a. *Workplace*

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). *Workplace* digunakan untuk merekam hasil dan kesimpulan yang dicapai

b. Fasilitas penjelasan

Fasilitas penjelasan berguna dalam memberikan penjelasan kepada pengguna mengapa komputer meminta suatu informasi tertentu dari pengguna dan dasar apa yang digunakan komputer sehingga dapat menyimpulkan suatu kondisi.

c. Perbaikan pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan tersebut adalah penting dalam pembelajaran terkomputerisasi sehingga program akan mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya.

2.2.3. Ketidakpastian

Ada tiga penyebab ketidakpastian aturan, yaitu aturan tunggal, penyelesaian konflik, dan ketidakcocokan (*incompatibility*) antar konsekuen dalam aturan.

Aturan tunggal yang dapat menyebabkan ketidakpastian dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu kesalahan, probabilitas dan kombinasi gejala (*evidence*). Kesalahan dapat terjadi karena :

- Ambiguitas, sesuatu didefinisikan dengan lebih dari satu cara
- Ketidaklengkapan data
- Kesalahan informasi
- Ketidakpercayaan terhadap suatu alat
- Adanya bias

2.2.4. Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)

Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. Rumus dasar faktor kepastian [9] :

$$CF(h,e) = MB(h,e) - MD(h,e) \quad (1)$$

Keterangan:

CF(h,e) : *certainty factor* dari hipotesis h yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) e. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

MB(h,e) : ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis h yang dipengaruhi oleh gejala e.

MD(h,e) : ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis h yang dipengaruhi oleh gejala e

h : Hipotesa (antara 0 dan 1)

e : Peristiwa / fakta (*evidence*)

Dalam satu kasus akan terdapat lebih dari satu ukuran kenaikan kepercayaan sesuai dengan banyak gejala yang dimiliki oleh hipotesa, sehingga rumus MB dan MD sebagai berikut [3][14]:

$$\begin{aligned} MB[h, e_1 \wedge e_2] &= \begin{cases} 0 & MB[h, e_1 \wedge e_2] = 1 \\ MB[h, e_1] + MB[h, e_2] \cdot (1 - MB[h, e_1]) & \text{lainnya} \end{cases} \\ MD[h, e_1 \wedge e_2] &= \begin{cases} 0 & MD[h, e_1 \wedge e_2] = 1 \\ MD[h, e_1] + MD[h, e_2] \cdot (1 - MD[h, e_1]) & \text{lainnya} \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

2.3 Penyakit Pada Saluran Pernafasan dan Paru

Seperti diketahui, saluran napas manusia bermula dari mulut dan hidung, lalu bersatu di daerah leher menjadi trakea (tenggorok) yang akan masuk ke paru. [1] Di dalam paru, satu saluran napas trakea itu akan bercabang dua, satu ke paru kiri dan satu lagi ke paru kanan. Setelah itu, masing-masing akan bercabang-cabang lagi, makin lama tentu makin kecil sampai 23 kali dan berujung di alveoli, tempat terjadi pertukaran gas, oksigen (O_2) masuk ke pembuluh darah, dan karbon dioksida (CO_2) dikeluarkan.

Penyakit saluran pernafasan secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu hal yang mengganggu proses jalannya pernafasan dalam tubuh kita.

3. METODE PENELITIAN

Subjek penelitian dari ini adalah membuat aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada saluran pernafasan dan paru menggunakan metode certainty factor (CF). Langkah yang dilakukan dalam suatu penelitian meliputi pengumpulan data dan proses analisis. Selanjutnya data tersebut diolah untuk mendapatkan kesimpulan. Dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall* (Model Air Terjun) yaitu analisis dan definisi persyaratan, perancangan sistem dan perangkat lunak, implementasi sistem (coding) dan pengujian unit, integrasi dan pengujian sistem kemudian operasi dan pemeliharaan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kebutuhan Data dan Sistem

Dari pengumpulan data yang telah dilakukan diperoleh basis pengetahuan yang berisi gejala-gejala, jenis penyakit, penyebab penyakit, dan solusi pada penyakit saluran pernafasan dan paru yang telah di verifikasi oleh pakar spesialis paru dan

pernafasan. Kemudian dari data – data yang telah diperoleh dijadikan sebagai acuan tabel aturan.

Dari masing-masing proses tahap pengembangan sistem didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Proses pengumpulan kebutuhan sistem dimulai dengan analisis kebutuhan sistem. Analisis dilakukan dengan mewawancarai dokter spesialis sebagai pakar yang berkompeten. Dari proses analisis didapat hasil data-data yang dibutuhkan untuk proses pengembangan sistem selanjutnya. Hasilnya antara lain data penyakit pada saluran pernafasan dan paru, penyebab penyakit, gejala penyakit, dan solusi untuk masing-masing penyakit.

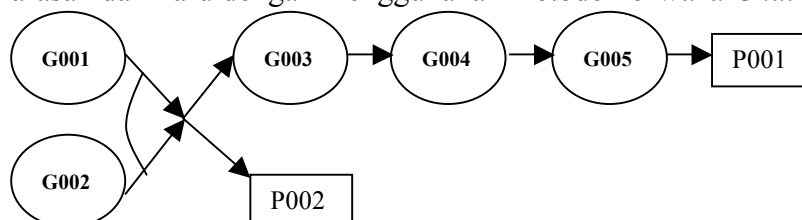
b. Membangun Basis Pengetahuan

Dalam pembuatan dan membangun Sistem Pakar, langkah-langkah yang selanjutnya digunakan adalah menentukan basis pengetahuan (*knowledge base*). Dengan membentuk basis pengetahuan, berarti memasukkan fakta-fakta yang dibutuhkan oleh sistem.

4.3 Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran dengan menggunakan isi daftar aturan berdasar urutan dan pola tertentu, dalam hal ini menggunakan metode *Forward Chaining*. Penelusuran dilakukan *user* dengan memasukkan gejala awal yang di dapat user terhadap kemungkinan gejala penyakit yang dialami. Pembangunan mesin inferensi dibuat berdasarkan basis aturan. Perancangan pelacakan solusi suatu masalah yang digunakan adalah metode *forward chaining* yaitu dengan cara mengumpulkan fakta-fakta terlebih dahulu baru diambil kesimpulan atau solusi.

Berikut ini adalah contoh graf penelusuran penyakit pada Saluran Pernafasan dan Paru dengan menggunakan metode *Forward Chaining*.

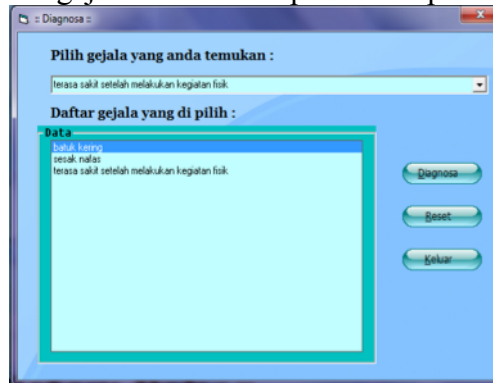


Gambar 4. Graf Penelusuran Penyakit *emfisema bolusa* dan *bronkitis akut*

4.4 Implementasi

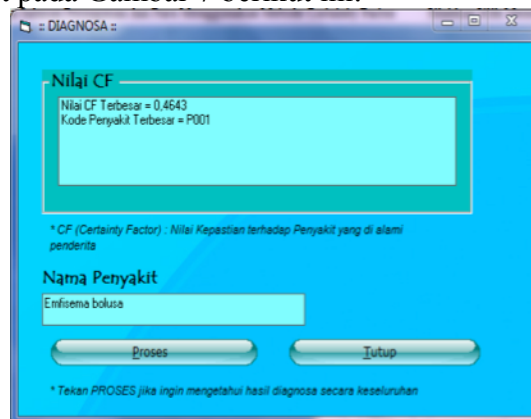
Untuk mengetahui hasil diagnosa penyakit pada saluran pernafasan dan paru ini, maka dilakukan pengujian proses diagnosa. Proses pengujian sistem berupa masukan data gejala yang diperoleh pengguna. Dan setelah proses diagnosa berhasil dilakukan, maka sistem akan menampilkan hasil diagnosa berupa kemungkinan penyakit yang diderita disertai dengan besarnya kepercayaan terhadap kemungkinan penyakit tersebut.

Pada pengujian pertama, diberikan beberapa masukan gejala yang dirasakan antara lain batuk kering, sesak nafas, dan terasa sakit setelah melakukan kegiatan fisik. Masukan gejala dari user dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini :



Gambar 6. Form pilih gejala

Setelah proses pemilihan gejala tersebut maka selajutnya dilakukan hasil perhitungan dari sistem kemungkinan penyakitnya adalah *Emfisema Bolusa* dengan densitas 0.4643. Tampilan hasil perhitungan nilai kepastian diagnosa gejala dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Form Diagnosa

Kemudian apabila menekan proses akan tertampil hasil diagnosa secara keseluruhan berupa nama penyakit, gejala, penyebab dan solusi penyakit. Tampilan hasil diagnosa keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini :



Gambar 8. Hasil Diagnosa secara keseluruhan

Hasil diagnosa dari sistem ini telah diujikan dengan pihak dokter (Spesialis pernafasan dan Paru) yaitu dr. dr. H. Yusrizal Djam'an Shaleh, Sp.P. di rumah sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

Pengujian juga dilakukan dengan membagikan kuisisioner terhadap responden mengenai tampilan sistem, pewarnaan, informasi yang diberikan sistem dan dari segi manfaat sistem ini.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pembahasan maka dapat disimpulkan :

1. Dari penelitian dihasilkan sebuah perangkat lunak (*software*) baru tentang sistem pakar yang mampu sebagai pendukung untuk mengambil keputusan dengan memberikan solusi untuk membantu diagnosa penyakit pada saluran pernafasan dan paru-paru dengan jumlah penyakit 18 penyakit yang sudah di verifikasi ahli pakar (dokter spesialis pernafasan paru) dan dapat sebagai media belajar bagi mahasiswa kedokteran dan digunakan di klinik umum khususnya di daerah.
2. Perangkat lunak yang dihasilkan mampu mengidentifikasi penyakit dengan mendokumentasikan informasi mengenai pengetahuan dari pakar (dokter spesialis pernafasan dan paru).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wijaya, Indriani., 2010, *Buku Pintar Atasi Asma*, Pinang Merah. Yogyakarta
- [2] Nurman A, Fajrin., 2009, *Sistem Pakar untuk Menangani Penyakit Jantung dengan Metode Certainty Factor*. Skripsi S1, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [3] Kusumadewi, Sri., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Wijayanti, Picesa Ayu., 2009, *Sistem Pakar untuk menentukan ramuan herbal pada penyakit kulit menggunakan Certainty Factor*.S Skripsi S1, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [5] Santosa, Slamet., 2006, *Sistem Pakar untuk Mendeteksi Penyakit Saluran Pernapasan*, Skripsi S1, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [6] Rusli, Fita., 2008, *Sistem Pakar untuk Mendiagnosa secara Medis Penyakit Paru Menggunakan logika Fuzzy*, Skripsi S1, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [7] Junaidi, Iskandar.dr, 2010, *Penyakit Paru dan Saluran Pernapasan*, PT.Bhuana Ilmu Populer (kelompok gramedia). Jakarta
- [8] Fathansyah, 2002, *Basis Data*, CV. Informatika, Bandung.
- [9] Kusrini, 2006, *Sistem Pakar Teori Dan Aplikasi*. CV Andi Offset, Yogyakarta
- [10] <http://www.jogjatrip.com/id/directory/Medical-Specialist/yogyakarta/15>, Dokter Spesialis di Yogyakarta, 28 Maret 2011
- [11] <http://www.infoasma.org/asma.html>, ASMA, 28 Maret 2011
- [12] <http://www.klikpdpi.com/>, PERHIMPUNAN DOKTER PARU INDONESIA Cabang Yogyakarta, 29 Maret 2011
- [13] Sommerville, An. 2003 *software engineering ;rekayasa perangkat lunak. jilid 1*. Jakarta : Erlangga